

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 3 年 4 月 2 3 日

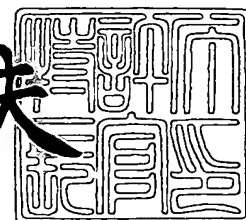
出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 1 1 8 6 6 1  
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 1 8 6 6 1]

出 願 人  
Applicant(s): ヒタチグローバルストレージテクノロジーズネザーランドビー  
ビー

2 0 0 4 年 3 月 1 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 HJP9030002

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 21/02  
G11B 21/21

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県小田原市国府津 2 1 0 0 0 番地 株式会社日立  
グローバルストレージテクノロジーズ内

【氏名】 土田 裕康

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県小田原市国府津 2 1 0 0 0 番地 株式会社日立  
グローバルストレージテクノロジーズ内

【氏名】 辻野 等

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県小田原市国府津 2 1 0 0 0 番地 株式会社日立  
グローバルストレージテクノロジーズ内

【氏名】 鈴木 浩一

【特許出願人】

【識別番号】 503116280

【氏名又は名称】 ヒタチグローバルストレージテクノロジーズネザーラン  
ドビーブイ

【代理人】

【識別番号】 100106699

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡部 弘道

【電話番号】 03-3242-7281

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100077584

【弁理士】

【氏名又は名称】 守谷 一雄

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 183543

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 サスペンション・アセンブリ及び回転円板形記憶装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ロード・ビームと、スライダを支持するフレキシヤを含むサスペンション・アセンブリであって、前記フレキシヤが

前記ロード・ビームに先端側で結合された第 1 の支持領域と、

前記ロード・ビームに支持端側で結合された第 2 の支持領域と、

前記スライダの支持領域とディンプル・コンタクト・ポイントとリーディング・エッジとを備えたフレキシヤ・タングと、

前記フレキシヤ・タングを支持するように前記第 1 の支持領域から延びており、前記フレキシヤ・タングに剛性を付与するパラメータを有する第 1 のループ・バネ構造と、

前記フレキシヤ・タングを支持するように前記第 2 の支持領域から延びており、前記フレキシヤ・タングに剛性を付与するパラメータを有し、該パラメータの値が前記第 1 のループ・バネ構造が前記フレキシヤ・タングに付与する剛性より小さい剛性を付与するように選択されている第 2 のループ・バネ構造とを含む金属層と、

前記第 2 の支持領域において前記金属層に積層され前記第 2 の支持領域から分離して前記スライダに向かって延びる配線層とを有するサスペンション・アセンブリ。

【請求項 2】

前記第 1 のループ・バネ構造及び前記第 2 のループ・バネ構造はそれぞれ前記金属層が帯状のように形成されている 1 対のアームである請求項 1 記載のサスペンション・アセンブリ。

【請求項 3】

前記パラメータが前記金属層の帯状のように形成されたアームの材質、経路長、厚さ、幅、経路の形状からなるグループから選択されるいずれか一つ又は二以上の組み合わせとして選択される請求項 2 記載のサスペンション・アセンブリ。

**【請求項 4】**

前記金属層が 0. 0 1 5 mm 以上 0. 0 2 5 mm 以下の厚さのステンレス鋼である請求項 2 記載のサスペンション・アセンブリ。

**【請求項 5】**

前記第 1 のループ・バネ構造の経路長に対して前記第 2 のループ・バネ構造の経路長が 1. 2 倍以上である請求項 4 記載のサスペンション・アセンブリ。

**【請求項 6】**

前記第 1 のループ・バネ構造の幅又は前記第 2 のループ・バネ構造の幅のいずれかが 0. 1 5 0 mm 以下である請求項 4 記載のサスペンション・アセンブリ。

**【請求項 7】**

前記第 1 の支持領域が前記ロード・ビームの中心線を通る第 1 の固定点で前記ロード・ビームに結合され、前記第 2 の支持領域が前記ロード・ビームの中心線を通る第 2 の固定点で前記ロード・ビームに結合され、前記第 1 のループ・バネ構造を構成する帯状のように形成された 1 対のアームが前記第 1 の固定点近辺の第 1 の支持領域から延びており、前記第 2 のループ・バネ構造を構成する帯状のように形成された 1 対のアームが前記第 2 の固定点近辺の第 2 の支持領域から延びている請求項 4 記載のサスペンション・アセンブリ。

**【請求項 8】**

前記第 1 の固定点と前記ディンプル・コンタクト・ポイントとの距離に対して前記ディンプル・コンタクト・ポイントと前記第 2 の固定点との距離が 1. 5 倍以上ある請求項 7 記載のサスペンション・アセンブリ。

**【請求項 9】**

前記第 1 の固定点と前記ディンプル・コンタクト・ポイントとの距離が 1. 2 5 mm 以内である請求項 7 記載のサスペンション・アセンブリ。

**【請求項 1 0】**

前記第 1 のループ・バネ構造と前記第 2 のループ・バネ構造が、前記フレキシャ・タンクを前記スライダの支持領域の中心よりリーディング・エッジ側で支持する請求項 1 記載のサスペンション・アセンブリ。

**【請求項 1 1】**

さらに、前記第1のループ・バネ構造と前記第2のループ・バネ構造が共通部分を備え、前記第1のループ・バネ構造及び前記第2のループ・バネ構造に代えて前記共通部分が前記フレキシャ・タングを支持する請求項1記載のサスペンション・アセンブリ。

**【請求項12】**

前記配線層が銅層と誘電体層を含む請求項1記載のサスペンション・アセンブリ。

**【請求項13】**

前記金属層の厚さが0.015mm以上0.025mm以下で、前記誘電体層の厚さが0.005mm以上0.020mm以下で、前記銅層の厚さが0.005mm以上0.020mm以下である請求項12記載のサスペンション・アセンブリ。

**【請求項14】**

前記ディンプル・コンタクト・ポイントが前記ロード・ビームに形成されたディンプルと前記フレキシャ・タングとの接触部として与えられる請求項1記載のサスペンション・アセンブリ。

**【請求項15】**

前記ディンプル・コンタクト・ポイントが前記フレキシャに形成されたディンプルと前記ロード・ビームとの接触部として与えられる請求項1記載のサスペンション・アセンブリ。

**【請求項16】**

さらに、前記フレキシャ・タングから延びるように前記金属層で形成されたりミッタを備える請求項1記載のサスペンション・アセンブリ。

**【請求項17】**

ロード・ビームと、該ロード・ビームに結合されスライダを支持するフレキシャを含むサスペンション・アセンブリであって、前記フレキシャが、

前記スライダの支持領域を備えるフレキシャ・タングと

先端側で前記ロード・ビームに結合された第1の支持領域と、該第1の支持領域から延びて支配的に剛性を与えるように前記フレキシャ・タングを支持する第

1 のバネ構造と、

支持端側で前記ロード・ビームに結合された第 2 の支持領域と、該第 2 の支持領域から延びて補助的に剛性を与えるように前記フレキシャ・タングを支持する第 2 のバネ構造と、

前記第 2 の支持領域において前記金属層に積層され前記第 2 の支持領域から分離して前記スライダに向かって延びる配線層と  
を有するサスペンション・アセンブリ。

**【請求項 18】**

前記第 2 のバネ構造が前記フレキシャ・タングに与える剛性が前記第 1 のバネ構造と前記第 2 のバネ構造とが前記フレキシャ・タングに与える剛性の 40% 以下である請求項 17 記載のサスペンション・アセンブリ。

**【請求項 19】**

前記剛性が前記フレキシャ・タングのピッチ剛性又はピール剛性である請求項 18 記載のサスペンション・アセンブリ。

**【請求項 20】**

ロード・ビームと、金属層を備えスライダを支持するフレキシャとを含むサスペンション・アセンブリであって、前記フレキシャが、

前記金属層で構成され前記ロード・ビームに支持される支持領域と、

前記スライダの支持領域とディンプル・コンタクト・ポイントとリーディング・エッジとを備え、前記金属層で形成されたフレキシャ・タングと、

前記ロード・ビームに支持される支持領域から延びて、前記フレキシャ・タングを前記スライダの取り付け位置の中心より前記リーディング・エッジ寄りで支持する支持構造と

を有するサスペンション・アセンブリ。

**【請求項 21】**

前記リーディング・エッジがトレイリング・エッジに比べて前記ロード・ビームの先端側に配置されている請求項 20 記載のサスペンション・アセンブリ。

**【請求項 22】**

前記リーディング・エッジがトレイリング・エッジに比べて前記ロード・ビー

ムの支持端側に配置されている請求項 20 記載のサスペンション・アセンブリ。

【請求項 23】

回転円板形ディスクと、

前記回転円板型ディスクに対してデータの読み取り及び書き込み又はそのいずれか一方を行うヘッドと、

前記ヘッドが取り付けられたスライダと、

前記スライダを支持するサスペンション・アセンブリと、

前記サスペンション・アセンブリを支持するアクチュエータ機構とを含み、

前記サスペンション・アセンブリが請求項 1～請求項 22 のいずれか 1 項に記載されたサスペンション・アセンブリである回転円板形記憶装置。

【請求項 24】

さらに、前記スライダを退避させるランプを含む請求項 23 記載の回転円板形記憶装置。

【請求項 25】

前記アクチュエータ機構が前記回転円板形ディスクの表面上でピボット軸を中心に回動動作をする請求項 23 記載の回転円板形記憶装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、磁気ディスク装置等の回転円板形記憶装置に使用するサスペンション・アセンブリに関するもので、さらには、トラック追従性、耐衝撃性及びロード・アンロード動作に優れた性能を発揮するサスペンション・アセンブリに関する。

【0002】

【従来の技術】

磁気ディスク装置は、記録媒体である回転円板形磁気ディスクが高速で回転し、ヘッドがその表面を浮上しながら移動してデータの読み書きを行う。ヘッドはスライダに取り付けられ、スライダはサスペンション・アセンブリで支持される。サスペンション・アセンブリは、アクチュエータ機構で支持されて、磁気ディ



スクのほぼ半径方向に移動できるように構成されている。磁気ディスクが高速で回転すると表面に発生した粘性気流がスライダの下面に形成された空気軸受面（ABS）と磁気ディスク表面との間を流れ空気軸受を形成してスライダに浮力を与え、スライダは僅かな間隙を保ってディスク上に浮上する。

#### 【0003】

図1に一般的なヘッド・サスペンション・アセンブリ5の概略を示す。ヘッド・サスペンション・アセンブリ5は、マウント・プレート2、ロード・ビーム4、ヒンジ13、フレキシャ6、配線層8で構成されたマルチ・ピース型サスペンション・アセンブリとして構成されている。フレキシャ6がディスクと向き合う面側にはスライダ9が取り付けられる。スライダ9にはデータの読み書きのためのヘッド（図示せず。）が取り付けられている。ヘッド・サスペンション・アセンブリ5はマウント・プレート2によりアクチュエータ機構の一部であるアクチュエータ・アームに取り付けられる。ヒンジ13は、ロード・ビームの荷重と剛性を分離して調整する役割を果たす。

#### 【0004】

配線層8は一端がスライダに取り付けられたヘッドに接続され、フレキシャ6の金属層の表面にフォトリソグラフィック・エッチング・プロセスにより誘電体層、導体層及び保護層などとして積層され、さらに金属層から分離されて空中を延びる領域を備えている。

#### 【0005】

ロード・ビーム4はアクチュエータ機構の動作に従ってスライダを所定のトラックへ位置づけると共に、スライダを磁気ディスク表面に押しつける負圧を生成する。スライダは、空気軸受から受ける浮力である正圧とロード・ビームによる負圧のバランスのもとで磁気ディスク表面から一定の距離を維持して浮上する。

#### 【0006】

図2は、図1に示したフレキシャ6をディスク側からみた平面図である。フレキシャ6は全体的に薄いステンレス鋼の金属層で形成され、支持領域18の一部は溶接スポット20でロード・ビーム4の支持端側でスポット溶接されている。支持領域18からは、1対のアーム10a、10bがロード・ビームの先端側に

向かって延び、先端領域 16 で両者は一体になっている。さらにフレキシヤ 6 には、先端領域 16 とアーム 10a、10b とで支持されるように形成されたフレキシヤ・タング (flexure tongue) 12 が設けられている。

#### 【0007】

フレキシヤ・タング 12 のほぼ中央には、ディンプル・コンタクト・ポイント (DCP) が定義され、DCP がほぼ中心にくるようにスライダ 10 (図示せず。) が接着される。さらに、配線層 11a、11b が金属層に積層するように形成され、支持領域 18 の端部で金属層から分離して、スライダに設けられたボンディング・パッドの位置に整合するように終端している。フレキシヤ・タング 12 のアクチュエータ・アーム側には、リミッタ 14 が形成されている。

#### 【0008】

図 3 は、図 2 に示したフレキシヤ 6 の側面の概念的な構造を示す図である。フレキシヤ・タング 12 は、溶接スポット 20 でロード・ビームに溶接された金属層の支持領域 18 と 2 本のアーム 10a、10b で構成された片持バネ構造で支持されている。ロード・ビーム 4 にはプレス加工で形成したディンプル 7 が形成されている。フレキシヤ・タング 12 のスライダ取付面の裏側のほぼ中央部にディンプル 7 が接触して DCP を構成する。スライダはディンプルを中心に柔軟なピボット運動をしながら磁気ディスク上に形成された空気軸受の上を浮上して追従動作を行う。

#### 【0009】

ピボット運動は、ピッチ・アンド・ロール運動 (pitch and roll motion) あるいは、ジンバル運動 (gimbalmotion) として一般に知られている。磁気ディスク装置の各構成部品に生ずる製造上の様々な誤差、又は、空気軸受やサスペンション・アセンブリの挙動の不規則性などにより、スライダをトラックへ位置合わせするときには誤差が生じるが、ピボット運動によりスライダは僅かにピッチング運動したりローリング運動したりして空気軸受を維持しこの誤差を補償する。

#### 【0010】

ここで、ローリング運動とは、図 1 において、空気軸受面がディスク表面に一定の角度となるように位置づけられたスライダが、サスペンション・アセンブリ

の長手方向に考えたX軸の周りでピボット動作をすることであり、ピッチング運動とは、X軸に垂直でディスク面に平行な面に含まれるY軸の周りでピボット動作をすることである。ピッチング運動とローリング運動の特性は、サスペンション・アセンブリ全体の構造で定まるが、フレキシャ・タングのピッチ剛性 (pitch stiffness) とロール剛性 (roll stiffness) が小さい方がトラックの追従性がよく良好な補償動作を実現できる。

#### 【0011】

##### 【発明が解決しようとする課題】

スライダが所定のトラック上を浮上しながら追従動作をしている間、ディスク表面の形状が変化しても変化した形状に対してスライダが追従動作を維持できるように柔軟に支持する必要がある。これまでのフレキシャは主としてこの追従性を改善するためにフレキシャ・タングのピッチ剛性とロール剛性に注目して開発されてきた。

#### 【0012】

近年、磁気ディスク装置は記録密度の上昇に伴い、磁気ディスク表面におけるスライダの浮上高度が低くなり、さらに、モバイル装置に搭載されることも多くなったために一層の耐衝撃性が求められるようになってきた。また、ロード・アンロード方式の磁気ディスク記憶装置では、ディスクの回転を停止する際にディスクに隣接して設けられたランプという退避機構にスライダを退避（アンロード）させ、つぎにディスクにアクセスする際は、最初にディスクを回転して表面に粘性気流を生成したのちに、ランプからディスク表面にスライダを移動させている（ロード）。ロード・アンロードの際には、スライダをディスク表面から持ち上げたり、ディスク表面に降ろしたりする上下方向の動作が生ずる。

#### 【0013】

装置の耐衝撃性を向上させ、かつ、ロード・アンロード時にもスライダが磁気ディスクと接触したりすることなく安定した動作をさせるために、従来から考慮されてきたピッチング特性及びローリング特性に加えて、新たにピール剛性 (peel stiffness) という特性をフレキシャについて考慮する必要性が想起された。ピール剛性とは、ディスク表面に対する垂線に沿ってフレキシャ・タングに力を

加えたときの縦剛性であり、耐衝撃性やロード・アンロード動作からはできるだけ大きいことが望ましい。

#### 【0014】

これまで、ピール剛性は、スライダがディスク表面上を浮上している通常の動作時には評価の必要性に乏しい特性で、サスペンション・アセンブリのパラメータとしてはあまり考慮されてこなかった。特に、コンタクト・スタート・ストップ方式を採用する磁気ディスク装置においては、ピール剛性はほとんど考慮されてこなかった。

#### 【0015】

フレキシャはロード・ビームから支点を得てスライダを支持するバネ構造と考えることができるが、従来のフレキシャの構造においては、ピール剛性を大きくしていくとピッチ剛性やロール剛性も同時に大きくなってしまい、剛性に関するパラメータをいかに調整したとしてもピール剛性が大きくピッチ剛性とロール剛性が小さいフレキシャを実現することはできなかった。

#### 【0016】

ここに、ピッチ剛性とロール剛性が小さく、ピール剛性は大きいという一見一つのバネ構造に対して相反する特性を同時に要求するようなフレキシャの実現が求められてきた。そこで、本発明はピール剛性の重要性に着目した新たな要求に対応できるサスペンション・アセンブリを実現するためのフレキシャを提供するもので、その目的は、磁気ディスク装置あるいは光磁気ディスク装置といった回転円板形記憶装置に使用する高性能のサスペンション・アセンブリを提供することにある。

#### 【0017】

さらに本発明の目的は、耐衝撃性を向上させ、かつ、ロード・アンロード方式への対応に優れたサスペンション・アセンブリを提供することにある。さらに本発明の目的は、ピール剛性を大きくし、かつ、ピッチ剛性とロール剛性を小さくしたサスペンション・アセンブリを提供することにある。さらに本発明の目的は、これらのサスペンション・アセンブリを用いた回転円板形記憶装置を提供することにある。

## 【0018】

## 【課題を解決するための手段】

フレキシャはロード・ビームに結合される固定端とスライダを支持するフレキシャ・タングの自由端からなるバネ構造を構成する。バネ構造を構成する各要素は、それぞれフレキシャ・タングに付与する剛性を変化させるパラメータを有している。本発明では、フレキシャにピール剛性が大きく、ピッチ剛性とロール剛性が小さいという相反する剛性を与える必要があるが、図2で説明した従来のフレキシャ構造では、アームの幅や長さといったパラメータをいかに制御しても3つの剛性を同時に満足のいく値にすることができなかった。そのひとつの理由は、アームに関するパラメータ値を調整すると、配線層が与える剛性の影響がでてしまうからである。

## 【0019】

フレキシャという限られた材料や許容されるスペースのなかで課題を解決するために、ピッチ及びロール剛性に寄与するパラメータからピール剛性に寄与するパラメータを分離して考えることができる新たな構造のフレキシャを創作した。スライダをあるバネ構造で上から支えるとしたときにバネ効果を最大限発揮させるには、スライダの真上で支持すれば最も効率的にバネ効果を活用できる。ピール剛性はフレキシャ・タングの縦方向の剛性であるため、同一のバネ構造で支持する場合には、スライダの中心点又はDCPと支持領域との距離を近づけるほどピール剛性を大きくすることができるといえる。

## 【0020】

しかし、DCPと支持領域との距離を短くすると一般にはピッチ剛性及びロール剛性も同時に大きくなってしまう。さらに、配線層はロード・ビームの支持端側からスライダまで延びているため、フレキシャの金属層に配線層が一体として積層されているときは、配線層の長さが短くなるとフレキシャ・タングに与える剛性の影響が無視できなくなる。本発明では、まず、配線層の影響を排除してバネ構造のパラメータの設定を可能にするために、ロード・ビームの先端側からフレキシャ・タングを支持する支配的なバネ構造を導入した。この構造により、DCPと先端側の支持領域との距離を短くすることができ、ピール剛性を大きくす

ることができる。

#### 【0021】

さらに、配線層の影響を排除してピール剛性と大きくする基本構成を採用しているために、バネ構造の各種のパラメータの中から選択したパラメータの値を決定してピール剛性を低下させずに、ピッチ剛性とロール剛性を低く抑えたフレキシヤを実現することができる。ピッチ剛性とロール剛性を設定するためにバネ構造のパラメータ値を変化させると、ピール剛性にも影響がでる。しかし、ピール剛性は最初に定められたDCPと支持領域の距離というパラメータで大きく支配されるため、ピッチ剛性及びロール剛性を低くするようにバネ構造の各種パラメータ値を変化させたとしても、従来よりも高いピール剛性を備えたフレキシヤが得られる。

#### 【0022】

さらに、このような構造のフレキシヤの大量生産を実現するために、フレキシヤ・タングはロード・ビームの支持端側からも補助的なバネ構造で支持される。補助的なバネ構造もフレキシヤ・タングを支持するのでその剛性に影響を与えるが、フレキシヤ・タングの剛性は、先端側の支配的なバネ構造で実現されているので、補助的なバネ構造は剛性への影響が小さくなるようにパラメータ及びその値を選択する。

#### 【0023】

本発明の第1の態様では、金属層を備えるフレキシヤがロード・ビームとスライダの間に介在してスライダに対してループ・バネ構造を提供する。金属層は、先端側でロード・ビームに結合された第1の支持領域と支持端側でロード・ビームに結合された第2の支持領域を備え、第1の支持領域及び第2の支持領域からはそれぞれ第1のループ・バネ構造と第2のループ・バネ構造が延びてフレキシヤ・タングを支持する。

#### 【0024】

ループ・バネ構造はそれぞれフレキシヤ・タングの剛性に関するパラメータを備えている。たとえば、帯状のように形成されたアームの材質、経路長、厚さ、幅、経路の形状などをパラメータとして採用できる。このパラメータの中から適

当なパラメータを一つあるいは複数選択してその値を決めることで、フレキシャ・タングの剛性を変化させることができる。

#### 【0025】

第2のループ・バネ構造は第1のループ・バネ構造より、フレキシャ・タングに対して小さい剛性を与えるようにパラメータ及びその値が選択されているので、フレキシャ・タングへの剛性は第1のループ・バネ構造で支配的に与えることができる。配線層は、ロード・ビームの支持端側からスライダに延びており、第1のループ・バネ構造は、先端側でロード・ビームに結合された第1の支持領域から延びているため、第1のループ・バネ構造はDCPと第1の支持領域とを物理的に許容される範囲で接近させてピール剛性を大きくすることができる。

#### 【0026】

さらに、第1のループ・バネ構造に関するパラメータを選択してその値を変化させるとピール剛性は大きく維持したまま、ピッチ剛性及びロール剛性を小さく抑えた剛性を備えるフレキシャを得ることができる。1対のアームとは、ロード・ビームの中心線に対して対象に形成されたアームを意味する。アームが帯状のように形成されているということは、第1の支持領域又は第2の支持領域から分かれて細長く延びている部分を主体的に含んでいるアームの形状を意味し、部分的に拡張された部分や狭窄な部分を備えていてもよい。

#### 【0027】

第1のループ・バネ構造及び第2のループ・バネ構造がフレキシャ・タングを支持する場合には相互に独立して支持してもよく、支持アームのような共通部分を設けて支持してもよい。第1の支持領域及び第2の支持領域は、全体がロード・ビームに結合されていてもよいが、それぞれ特定の固定点を設けて複数の位置や一つの位置で結合されていてもよい。

#### 【0028】

本態様においては、第1のループ・バネ構造が支配的に第2のループ・バネ構造が補助的にそれぞれフレキシャ・タングを支持しているが、第2のループ・バネ構造の目的は別にある。第2のループ・バネ構造は、サスペンション・アセンブリの組立工程において、第1の支持領域、第1の1対のループ・バネ構造、及

びフレキシャ・タングの姿勢を維持して大量生産を可能にするために設けている。第2のループ・バネ構造がないと、組み立て作業の間これらを配線層だけで支持することになり、ロード・ビームへの取り付けが困難になる。配線層は、第2の支持領域では周知の方法で金属層の上に積層されている。

#### 【0029】

本発明の特定の態様においては、金属層の材質及びその厚さ、ループ・バネ構造の形状、幅、長さなどのパラメータを限定して好ましい剛性を得ることができる構造を提供するが、本発明の基本的な構造自体を採用することで、ピッチ剛性及びロール剛性を従来構造のサスペンション・アセンブリと同等にして、かつ、ピール剛性をそれより大きくしたサスペンション・アセンブリを実現できる。

#### 【0030】

相対的に大きな剛性を与える第1のバネ構造と小さな剛性を与える第2のバネ構造は、それぞれが与える剛性の割合として特定できる。本発明では、先端側で支持されるバネ構造がフレキシャ・タングに支配的に剛性を付与することで、配線層の影響を回避し、ピール剛性に関するパラメータを分離して望ましい剛性のサスペンション・アセンブリを得ることができる。剛性の支配率を割り振るためには、それぞれのバネ構造のパラメータの値に差を設ける。

#### 【0031】

本発明における他の態様のサスペンション・アセンブリは、フレキシャ・タングをスライダの取り付け位置の中心よりリーディング・エッジ寄りで支持する支持構造を備えている。その結果、ロード・アンロード方式の磁気ディスク装置に適用したときに、ロード時はスライダがヘッド側から先にディスク表面に向かって降りていき、アンロード時はリーディング・エッジ側から持ち上げられるためロード・アンロード時にスライダがディスク表面に接触するようなことがなくなる。スライダ取り付け位置の中心よりリーディング・エッジ寄りで支持する際、フレキシャ・タングのサイド・エッジを両端から支持してもリーディング・エッジを直接支持してもよい。

#### 【0032】

#### 【発明の実施の形態】



次に本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図面全体をとおして同一構成要素には同一参照番号を付す。図4は、本発明の実施の形態に供する磁気ディスク装置50の概略構成を示す平面図である。ハウジング52は、上面に接合されるハウジング蓋（図示せず。）と共に密閉空間を形成し、内部にアクチュエータ・サスペンション・アセンブリ54、磁気ディスク・スタック66、ランプ64、ロジックカード71などを収納する。

#### 【0033】

磁気ディスク・スタック66は、1枚又は複数枚のディスクがスピンドル軸68の周りを一体となって回転できるようにスピンドル・ハブ（図示せず。）に積層して取り付けられ、それぞれの表面と裏面には記録面が形成されている。アクチュエータ・サスペンション・アセンブリ54は、ピボット軸58の周りで回転するアクチュエータ・アーム56とサスペンション・アセンブリ62を含む。アクチュエータ・アームの後方にはボイス・コイル・モータ60が構成され、アクチュエータ・アーム56をピボット駆動する。アクチュエータ・アーム56、ピボット軸58及びボイス・コイル・モータ60は、ロータリー型アクチュエータを構成する。

#### 【0034】

アクチュエータ・アーム56の先端には、サスペンション・アセンブリ62が取り付けられている。サスペンション・アセンブリは、ロード・ビームとフレキシヤ（共に図示せず。）で構成されている。フレキシヤは、ヘッドが取り付けられたスライダを支持し、スライダは磁気ディスク・スタック66の表面から気流による浮力を受けて一定の間隙を維持しながら浮上する。ヘッドはデータの読み書きの両方を行うものでも、いずれか一方だけを行うものでもよい。

#### 【0035】

ロード・ビームの先端には、タブ70が形成されている。アクチュエータ・サスペンション・アセンブリ54はディスクの回転を停止する前に、タブ70をランプ64の退避面を摺動させて、スライダを磁気ディスク表面から持ち上げながら退避させる。タブ70、サスペンション・アセンブリ62、及びアクチュエータ・アーム56は、磁気ディスク・スタック66のそれぞれの記録面に対応する

ように積層して設けられている。

#### 【0036】

磁気ディスク・スタック 66 は矢印 A の方向に回転し、アクチュエータ・サスペンション・アセンブリのピボット軸 58 側又はロード・ビームの支持端側からタブ 70 側又はロード・ビームの先端側に向かういわゆる順回転になっている。本実施の形態では、矢印 B の方向で示した逆回転の磁気ディスク装置に適したサスペンション・アセンブリも提供する。

#### 【0037】

図 5 は、磁気ディスク装置 50 で使用するサスペンション・アセンブリ 80 の概略を示す斜視図である。サスペンション・アセンブリ 80 は、マウント・プレート 82、ロード・ビーム 84、ヒンジ 86、フレキシャ 100、配線層 118 で構成されているマルチ・ピース型といわれているものであるが、本発明のロード・ビームはこれに限定されるものではなく、3 ピース形などの周知の他の形態のロード・ビームを採用することができる。サスペンション・アセンブリ 80 はスエージ・スパッド 92 がアクチュエータ・アーム 56 の穴に嵌め込まれスエージ加工されて結合される。

#### 【0038】

図 6 は、図 5 に示したサスペンション・アセンブリ 80 を拡大してロード・ビームの上からみた平面図 (A) 及び下から見た平面図 (B) である。図 6 (B) には、スポット溶接の位置を示す様々な溶接スポットが記載されている。各溶接スポットは、加圧下で電流を流したときに発生するジュール熱を利用して溶接される。溶接スポット 102 a ~ 102 c の 3 つの溶接スポットはロード・ビームの中心線上に位置しており、溶接スポット 102 a と 102 b との間には、フレキシャ 100 とロード・ビーム 84 とを結合する場所は設けていない。

#### 【0039】

溶接スポット 92 a ~ 92 d は、ヒンジ 86 とロード・ビーム 84 の溶接場所をそれぞれ示す。溶接スポット 96 a ~ 96 g は、ヒンジ 86 とマウント・プレート 82 との溶接場所をそれぞれ示す。溶接スポット 94 a ~ 94 c はそれぞれフレキシャ 100 とヒンジ 86 との結合場所を示す。

**【0040】**

図7は、図6に示したフレキシャ100の構造を示す図である。フレキシャ100はフォトリソグラフィック・エッチング工程、蒸着工程などの微細加工技術を用いて積層構造として形成される。図7(A)に複数の層が積層されて完成したフレキシャ100を示し、フレキシャを構成する各層の構造を図7(B)～図7(E)に示す。図7(A)は、完成したフレキシャをディスク側からみた図であり、図7(B)～図7(E)は、ディスク面に向かって積層されていく順番で描いている。

**【0041】**

図7(B)は金属層95の平面を示しており、材料として300シリーズのステンレス鋼の中から、板厚が0.02mmのSUS304を選択した。本実施の形態に適用するステンレス鋼の板厚は、0.015mm以上0.025mm以内の範囲で選択することが望ましい。金属層95は、打ち抜き（スタンピング）により所望の形状に形成してもよい。金属層95の材料はステンレス鋼に限定されるものではなく、ベリリウム、銅又はチタンなどの他の硬質のバネ材料を選択することもできる。

**【0042】**

金属層95は、フレキシャ100のバネ構造を形成するもので、本実施の形態では均一な厚さにしているが、金属層の厚さはバネ構造が与える剛性を決めるパラメータの一つであり、パラメータ値を決めるために部分的に厚さを変化させてもよい。厚さが部分的に変化する金属層は、周知のエッチング・プロセスにより容易に形成することができる。また、材質もパラメータの一つであり部分的に異なる材質を取り入れても良い。

**【0043】**

図7(B)には、溶接スポット102a～102bが示されているが、溶接スポット102aと102bの位置及びほぼその間に存在している金属層95の形状、厚さ、大きさなどは本発明の目的を達成するために特徴的に構成されており、大きいピール剛性を維持しつつ小さいピッチ剛性とローリング剛性とをもたらすことができる。

## 【0044】

図7 (C) には、金属層95と銅層98 (図7 (D) 参照。) とを絶縁するためにポリイミドで形成された誘電体層97が示されている。誘電体層97は、その上にパターン化される銅層98の経路に併せて金属層の上に積層される。銅層は、ヘッドに対して電氣的信号の通路を提供し、誘電体層により金属層から絶縁される。本実施の形態では、誘電体層の厚さを0.01mmに選択しているが、0.005mm~0.020mmの範囲で選択してもよい。なお、誘電体層97の一部は、スライダを取り付ける際のスライダの姿勢制御のために使用される。

## 【0045】

図7 (D) には、スライダに取り付けられるヘッドに対する配線パターンである銅層98が示されている。本実施の形態では、純粋な銅 (pure copper) を0.01mmの厚さになるようにパターン化しているが、銅層の厚さは0.005mm~0.020mmの範囲で選択することができる。図7 (E) は、カバー層99で、銅層98の表面を保護するために、その上にポリイミドの層を厚さ0.003mm程度付着させる。誘電体層97、銅層98、及びカバー層99は一体となって、配線層118を構成する。カバー層に代えて金メッキやその他の方法で表面を保護することもできる。

## 【0046】

図8は、図7 (A) で示したフレキシャ100を拡大した図である。フレキシャ100の金属層95は、先端側の溶接スポット又は固定点102aと支持端側の溶接スポット又は固定点102bの2カ所でロード・ビーム (図示せず。) にスポット溶接されている。本明細書において、サスペンション・アセンブリのタブ70側を先端側といい、アクチュエータ・アーム56側を支持端側という (図4参照。) ことにする。固定点102aと固定点102bとの間には、ロード・ビームに対する固定点を他に一切設けていないため、フレキシャ100はその範囲でロード・ビームから拘束されずにジンバル運動をすることができる。

## 【0047】

固定点102aと102bとの間には、先端側の固定点102aに近い位置にフレキシャ・タング112が配置されている。フレキシャ・タング112には、

ほぼその中心にスライダが接着される。固定点102aと102bとを結ぶ中心線上であってフレキシャ・タング112のほぼ中央には、DCP105が定義されている。

#### 【0048】

金属層95の一部を構成している先端側の支持領域120は固定点102aでロード・ビームにスポット溶接され、固定点102aの近辺の縁部からは、帯状の1対の主アーム104a及び104bが固定点102aと102bを結ぶ中心線に対して対称的に支持端側に延びている。支持領域120は、ほぼその中心でスポット溶接されているが、複数の溶接スポットでロード・ビームに結合してもよい。

#### 【0049】

主アーム104a、104bは、中心線に対して垂直な部分、平行な部分、及び傾斜する部分を備え、フレキシャ・タング112の周囲を囲んで支持端側に延びており、位置125a、125bで副アーム106a、106bと一体となって支持アーム108a、108bを形成しフレキシャ・タング112のリーディング・エッジ123を支持する。ここでリーディング・エッジとは、フレキシャにスライダが取り付けられたときにヘッドが位置する側と反対側のフレキシャ・タングの端部をいい、一般には、スライダの空気軸受面に対して粘性気流が流入する側のことをいう。

#### 【0050】

フレキシャ・タング112のリーディング・エッジと反対側の端部をトレイリング・エッジという。本明細書においては、リーディング・エッジ及びトレイリング・エッジという用語は、フレキシャ・タングに取り付けられたスライダに対しても用いるものとする。さらに本明細書においては、フレキシャ・タングの縁のうち固定点102aと102bとを結ぶ中心線に平行な両側部分をサイド・エッジということにする。

#### 【0051】

フレキシャ100は、順回転の磁気ディスク装置に適応するものであり、磁気ディスクはフレキシャに対して支持端側から先端側に向かう矢印Aで示す方向に

回転する。ディスク表面に生じた粘性気流はスライダのリーディング・エッジ側から空気軸受面とディスク表面との間に入り込みトレイリング・エッジ側からでていくように流れて、スライダに浮力を与える。

#### 【0052】

金属層の一部を構成する支持領域122は、固定点102bでロード・ビームにスポット溶接され、固定点102bの近辺の端部から1対の副アーム106a、106bが先端側に向かって対称的に延びている。1対の副アームは、中心線に対してほぼ平行な部分とやや傾斜した部分を備え、位置125a、125bで主アーム104a、104bと一体になり、支持アーム108a、108bを通じてフレキシャ・タング112を支持する。支持領域122は全域をロード・ビームに結合してもよい。

#### 【0053】

主アームは、支持領域120から分かれた位置から位置125a、125bまでは幅が0.1mmに形成されている。支持アーム108a、108bは、位置125a、125bに近い領域では0.075mmに形成され、リーディング・エッジ123に近いところでは0.1mmに形成されている。副アームは、支持領域122から分かれた位置から中心線に平行に延びている部分が幅0.125mmで形成され、位置125a、125bに近いところでは、0.1mmで形成されている。

#### 【0054】

主アーム、副アーム、及び支持アームの幅は0.075mmから0.15mmの範囲で選択することが好ましい。下限は製造上の条件で定まり、上限は金属層の材質及び厚さを上述のように定めたときの好ましい幅として定めているが、材質及び厚さを変更したときにはこれと異なる範囲の幅を採用することもできる。

#### 【0055】

フレキシャ・タング112には、ポリイミドの領域124a～124eが形成されている。ポリイミドの領域124a～124eは、フレキシャ・タング112の上にスライダを接着剤で接着する際のスライダの姿勢制御を目的とするものであり、図7(C)の誘電体層の付着工程で金属層95に付着される。

## 【0056】

さらに、1対の対称的な配線層118a、118bが支持端側の支持領域122からフレキシャ・タングのトレイリング・エッジ側まで中心線に平行に延びている。配線層は、金属層の一部である支持領域122では金属層に積層されているが、支持領域122から分離したあとは、金属層の他の領域で積層されたりすることなくフレキシャ・タング近くの支持アーム108a、108bまで延びている。

## 【0057】

フレキシャ・タング112のトレイリング・エッジ側には、配線層118a、118bを構成する銅層98をスライダのトレイリング・エッジ側面に設けられたボンディング・パッドに接続する際、位置合わせとボンディングのための領域を提供するためのプラットフォーム114が形成されている。プラットフォーム114では、スライダの側面に設けられたボンディング・パッドと銅層98とが半田ボールへのレーザ照射により電氣的に接続される。

## 【0058】

図9に図8のフレキシャ100をロード・ビーム84に取り付けたときの側面図を誇張的に示す。フレキシャ100のフレキシャ・タング112には、ほぼ中央に収まるようにスライダ150が接着剤で接着される。本実施の形態ではスライダに、0.85mm（長さ）×0.7mm（幅）×0.23mm（厚さ）の大きさのものを採用しているが、1.25mm（長さ）×1.0mm（幅）×0.3mmといった他の大きさのスライダに適應するフレキシャも同じような構成で実現できる。

## 【0059】

スライダのほぼ重心を通る垂線が通過する位置で、フレキシャ・タング104のスライダ取付面とは反対側の面と接触するように、ロード・ビーム84にディンプル85が形成されて、スライダのピボット運動の支点、すなわちDCPをフレキシャ・タング112に与える。本実施の形態に係るディンプルは、ロード・ビームの表面からの高さが50 $\mu$ mになるように形成されているが、一般的には30 $\mu$ m以上70 $\mu$ m以下の範囲で選定することができる。ディンプルはロード

・ビームに設けしないでフレキシャに設けることもできる。

#### 【0060】

本実施の形態では、固定点102aと102bとの間隔を、3.55mmにし、DCP105と固定点102aとの距離を1.25mm以内に設定し、DCPと固定点102bまでの距離を2.35mm以上に設定している。DCPと固定点102bとの距離は固定点102aとDCPとの距離の約1.8倍にしているともいえる。

#### 【0061】

DCP105と固定点102aとの距離は、金属層の材質及びその厚さを限定した本形態に係るフレキシャにおいて、ピール剛性を高くする上で意義がある数値である。当業者において明らかなように、固定点102aの位置を基準にして距離を設定しているのは、支持領域120自体の剛性は大きいためにフレキシャ・タングに与える剛性からは無視できる一方、主アーム104a、104bが先端側の支持領域120から分かれる位置が、固定点102aに近いからである。

#### 【0062】

副アームの経路長は主アームの経路長より約1.5倍長く設定している。ここで主アームの経路長とは、主アーム104a、104bが支持領域120から分かれた位置から支持アーム108a、108bを経由してフレキシャ・タングに到達するまで帯状のアームの中心に沿って測った長さであり、副アームの経路長とは、副アーム106a、106bが支持領域122から分かれた位置から支持アーム108a、108bを経由してフレキシャ・タングに到達するまで帯状のアームの中心に沿って測った長さであり、本明細書全体を通じて同じ意味で使用する。

#### 【0063】

本実施の形態には、支持アームを設けしないで主アーム及び副アームが直接フレキシャ・タングを支持する構成も含む。この場合の経路長は、それぞれの支持領域から分かれた位置からフレキシャ・タングに到達するまでの帯状アームの中心に沿って測った長さとなる。

#### 【0064】



有限要素法 (FEM) で剛性を解析した結果、フレキシャ 100 のピール剛性は  $88.79 \text{ N/m}$ 、ピッチ剛性は  $0.666 \mu \text{ Nm/deg}$ 、ロール剛性は  $0.856 \mu \text{ Nm/deg}$  となった。図 2 で説明した従来構造のフレキシャ 6 のピール剛性は  $70.89 \text{ N/m}$ 、ピッチ剛性は  $1.530 \mu \text{ Nm/deg}$ 、ロール剛性は  $1.370 \mu \text{ Nm/deg}$  であり、フレキシャ 100 はこれに比べてピール剛性が 125% に上昇し、ピッチ剛性は 43.5%、ロール剛性が 62.5% にそれぞれ低下した。

#### 【0065】

ここでピッチ剛性 ( $\mu \text{ Nm/deg}$ ) とは、DCP を中心にしてフレキシャ・タングをピッチングの方向に単位角度傾斜させるときのモーメント ( $\mu \text{ Nm}$ ) で、ロール剛性 ( $\mu \text{ Nm/deg}$ ) とは、DCP を中心にしてフレキシャ・タングをローリング方向に単位角度傾斜させるときのモーメント ( $\mu \text{ Nm}$ ) をいう。また、ピール剛性 ( $\text{N/m}$ ) とは、フレキシャ・タングを DCP の位置で単位長さだけ磁気ディスクの方向に変位させるのに要する力である。ピッチ剛性、ロール剛性、及びピール剛性の測定は当業者ならば周知の方法で実施可能である。

#### 【0066】

ピッチ剛性及びロール剛性は、記録密度の増大及びトラッキング性能の向上のためできるだけ小さくすることが好ましい。しかし、図 2 に示すような形状のフレキシャでは、ピッチ剛性及びロール剛性を図 8 のフレキシャ 100 と同じ程度まで下げるためにアーム 8 の幅を縮めていくと、同時にピール剛性が  $25 \text{ N/m}$  まで低下してしまうので本発明の課題を実現することが困難であった。

#### 【0067】

本実施の形態において上記のような優れた特性を得ることができるのは、まず先端側の固定点 102a から延びる主アーム 104a、104b と支持アーム 108a、108b とにより形成されるループ・バネ構造がフレキシャ・タングに対して支配的に剛性を与えることができるからである。別の観点でいえば、副アーム 106a、106b と支持アーム 108a、108b とで形成するループ・バネ構造がフレキシャ・タングを補助的あるいは弱い剛性を付与するように支持しているからである。

## 【0068】

この結果支配的なループ・バネ構造のパラメータ値を決定する上で、補助的なループ・バネ構造と配線層 118a、118b とが与える剛性をそれほど考慮しないでもよい。よって、DCP から固定点 102a までの距離を物理的な制約の範囲で適宜縮めることができるので、ピール剛性を大きくすることができる。本実施の形態では、金属層の材質及び厚さを一定にしているために、支配的なループ・バネ構造に残された剛性に関するパラメータとしては、帯状部分の経路長、経路の形状、幅がある。

## 【0069】

これらのパラメータの値を変更していくと、ピール剛性にも影響はするがその変化の割合はさほど大きくはないため、ピール剛性を大きく維持し、かつピッチ剛性とロール剛性を小さくするパラメータ値を比較的容易に決定することができる。これは、ピール剛性に関する主パラメータである DCP から先端側の支持領域までの距離を、ピッチ剛性及びロール剛性に関する支配的なループ・バネ構造のパラメータから分離して、剛性を両立させるパラメータ値を決定することができるフレキシャ構造を採用したからといえる。金属層の材質や厚さを変更することができればパラメータの種類が多くなり、より精密に剛性を制御することが可能になるが、これは製造コストと効果とのトレードオフといえる。

## 【0070】

副アームによるループ・バネ構造がもたらす剛性の影響を主アームによるループ・バネ構造がもたらす影響に比べて小さくするためのパラメータ値を決定するために、支持領域 120 又は 122 から分かれたあとの主アーム又は副アームの幅に差を設けたり、経路長に差を設けたりしている。配線層は、支持領域 122 から分離してフレキシャ・タングで再び積層構造になるまで空間に配置されている領域の長さを長くすることにより、剛性への影響を小さくするように形成した。

## 【0071】

つぎに、図 10 に本実施の形態に係る他のフレキシャの例を示す。フレキシャ 200 の材質、厚さ、積層構造、及び製作方法などはフレキシャ 100 と同様な

ので説明を省略する。フレキシャ 200 の金属層は、固定点 202 a でロード・ビームにスポット溶接された先端側の支持領域 220、固定点 202 b でロード・ビームにスポット溶接された支持端側の支持領域 222、及びスライダを支持するフレキシャ・タング 212 を含む。本実施の形態に係るフレキシャ 200 も磁気ディスクを矢印 A の方向に回転させて使用する順回転の磁気ディスク装置に適応する。

#### 【0072】

先端側の支持領域 220 に設けられた固定点 202 a の近辺からは、金属層が帯状の 1 対の主アーム 204 a、204 b として支持端側に延びている。本実施の形態では、フレキシャ・タング 212 のサイド・エッジ中央から 1 対のリミッタ 210 a、210 b が中心線に対して垂直方向に延びており、かつ、中心線方向においてリーディング・エッジとスライダ取り付け位置の中心との間にあるサイド・エッジの両端からフレキシャ・タング 212 を支持するために、主アームは中心線に対して垂直方向に膨らんで大きなループ・バネ構造を形成するように経路を形成している。

#### 【0073】

主アームは位置 225 a、225 b で副アーム 206 a、206 b と合流して支持アーム 208 a、208 b を形成する。支持アーム 208 a、208 b は、フレキシャ・タング 212 のサイド・エッジを両側から支持する。支持端側の支持領域 222 に設けられた固定点 202 b の近辺からは、金属層が帯状の 1 対の副アーム 206 a、206 b として先端側に延びている。副アームは、中心線に対してほぼ平行に延びた後に膨らんで位置 225 a、225 b で主アームと一体となり支持アーム 208 a、208 b を経由してフレキシャ・タングを支持するループ・バネ構造を構成する。主アーム 204 a、204 b の幅は支持領域 220 から分かれた部分から位置 225 a、225 b まで 0.1 mm としている。また、副アーム 206 a、206 b の幅は、支持領域 222 に近い部分を 0.125 mm とし、位置 225 a、225 b に近い部分を 0.075 mm にしている。

#### 【0074】

支持端側の領域 222 から分かれて位置 225 a、225 b に到達するまでの

副アームの経路長を長くし、かつ、配線構造 218a、218b が支持領域 222 から分離して再度フレキシャ・タング 212 に積層するまでの長さを長くすることで、それらがフレキシャの剛性に対して寄与する程度を少なくしている。本実施の形態では、副アームの経路長を主アームの経路長の約 1.2 倍にし、DCP と固定点 202b との距離を固定点 202a と DCP の距離の約 2.0 倍にしている。

#### 【0075】

フレキシャ・タング 212 には、金属層によりリミッタ 210a、210b が形成されている。リミッタは、フレキシャがロード・ビームに取り付けられたときにロード・ビームの開口部に係合し、スライダをランプに退避させたときに外部からの衝撃でフレキシャが大きく撓んで、スライダが他のスライダやランプに衝突するような挙動を制限する機能を果たす。リミッタはフレキシャ 200 の金属層として形成された後に折り曲げ加工により成形される。

#### 【0076】

フレキシャ・タング 212 には、ポリイミドの領域 224a～224e が形成され、その上に 2 点鎖線 207 で示したスライダ支持領域にスライダを接着剤で接着する。フレキシャ・タング 212 のトレイリング・エッジ側には、プラットフォーム 214 が形成されている。本実施の形態に係るフレキシャ 200 は、ピール剛性が  $67 \text{ N/m}$ 、ピッチ剛性が  $0.68 \mu\text{Nm/deg}$ 、ロール剛性が  $0.77 \mu\text{Nm/deg}$  となった。図 2 で説明した従来構造のフレキシャ 6 に対してフレキシャ 200 は、ピール剛性が同等であるにもかかわらず、ピッチ剛性は 44%、ロール剛性が 56% にそれぞれ低下している。

#### 【0077】

フレキシャ 200 において従来のフレキシャに比べてピール剛性を高くし、ピッチ剛性及びロール剛性を低くすることができたのは、フレキシャの金属層がフレキシャ 100 と同質の特徴的な形状を備えているためである。フレキシャ・タングを支持するために、先端側の固定点 202a で支持される剛性上の支配的なループ・バネ構造と、支持端側の固定点 202b で支持される剛性上の補助的なループ・バネ構造を導入し、補助的なループ・バネ構造と配線層 218a、21

8bとがフレキシャ・タングの剛性に与える影響を十分に小さくし、DCP205と固定点202aを物理的な制約の範囲内で短くしていることによる。

#### 【0078】

つぎに、図11に本実施の形態に係る他のフレキシャの例を示す。フレキシャ300の材質、厚さ、積層構造、及び製作方法などは、フレキシャ100と同様なので省略する。フレキシャ300の金属層は、固定点302aでロード・ビームにスポット溶接された先端側の支持領域320、固定点302bでロード・ビームにスポット溶接された支持端側の支持領域322、及びスライダを支持するフレキシャ・タング312を含む。

#### 【0079】

先端側の支持領域320の縁部から金属層が帯状の1対の主アーム304a、304bとして一旦先端側に傾斜して延び、屈曲して支持端側に延びている。位置325a、325bで副アーム306a、306bと一体になり、支持アーム308a、308bを形成している。本実施の形態に係るフレキシャは、図4の矢印Bの方向で示した逆回転で使用する磁気ディスク装置に適応するためフレキシャ・タング312のリーディング・エッジ323を先端側に配置し、さらに固定点302aに極端に近接させている。

#### 【0080】

従って、ピッチ剛性及びロール剛性を低くするために、主アーム304a、304bは位置325a、325bまで延びる際比較的長い経路長を確保するために、やや複雑な経路をたどっている。支持アーム308a、308bは、フレキシャ・タング312のリーディング・エッジ近辺でサイド・エッジを両側から支持する。

#### 【0081】

フレキシャ・タング312のサイド・エッジ中央付近からは、1対のリミッタ310a、310bが固定点302aと302bとを通る中心線に対してほぼ垂直方向に延びている。支持端側の支持領域322に設けられた固定点302bの近辺からは、金属層が帯状の1対の副アーム306a、306bとして中心線にほぼ平行に先端側に延びている。副アームは、中心線に対してほぼ平行な経路の

後にリミッタ 310 a、310 b と干渉しないようにやや膨らんだ経路をたどり、位置 325 a、325 b で主アームと一体になって支持アーム 308 a、308 b を形成する。本実施の形態において主アームの幅は支持領域 320 から分かれた部分から位置 325 a、325 b まで 0.075 mm としている。また、副アームの幅は、支持領域 322 に近い部分を 0.125 mm とし、位置 325 a、325 b に近い部分を 0.075 mm にしている。

#### 【0082】

フレキシャ・タング 312 の上には、ポリイミドの領域 324 a～324 c を形成し、その上にスライダ（図示せず。）を載せてフレキシャ・タングに接着剤で接着する。フレキシャ・タング 312 のトレイリング・エッジ側には、プラットフォーム 314 が形成され、配線構造 318 a、318 b の支持構造とボンディングのための領域を提供している。副アームの経路長は主アームの経路長の約 1.8 倍にして、DCP と固定点 302 b との距離を固定点 302 a と DCP 305 との距離の約 2.6 倍の長さとしている。

#### 【0083】

フレキシャ 300 は、ピール剛性が 100.79 N/m、ピッチ剛性が 0.666  $\mu$ Nm/deg、ロール剛性が 0.744  $\mu$ Nm/deg である。図 2 で説明した従来構造のフレキシャ 6 に比べてフレキシャ 300 は、ピール剛性が 142% に上昇し、ピッチ剛性は 43%、ロール剛性が 54% にそれぞれ低下している。

#### 【0084】

フレキシャ 300 は、金属層がフレキシャ 100 及びフレキシャ 200 と同質の特徴的な形状を備えて効果的な剛性を創り出している。DCP 305 と先端側の固定点 302 a との距離を、支持端側の固定点 302 b に対する距離より短くして、主アームと支持アームで構成するループ・バネ構造でフレキシャ・タングに対して主体的に剛性を与えている。

#### 【0085】

その結果、フレキシャ・タングが固定点 302 a の近辺で支持される逆回転の磁気ディスク装置に適応するフレキシャに対しても、ピール剛性を維持し、かつ

、主アームのループ・バネ構造に影響するパラメータである主アームの経路長、経路の形状及び幅をピッチ剛性及びピール剛性を低減するように適宜選択して、良好な特性を実現することができた。

#### 【0086】

図8、図10、図11に例示して支配的なループ・バネ構造と補助的なループ・バネ構造の二つのバネ・構造でフレキシャ・タングを支持する本発明の実施の形態を説明してきたが、本発明においては、主アームを含むループ・バネ構造が先端側から支配的にフレキシャ・タングに剛性を与えるために、剛性に関するパラメータを分離して決定することができる。ピールに関するパラメータは主として、DCPと先端側の固定点との距離であり、ピッチ剛性とロール剛性のパラメータは主として、金属層の厚さ、帯状部分の幅、材質、アームの経路長などである。

#### 【0087】

本実施の形態では、材質と厚さを上述のように固定しているため、経路長、幅、経路の形状等のパラメータを調整することができる。所与の材質と厚さのもとでは、副アームの経路長を主アームの経路長より長くし、好ましくは1.2倍以上、さらに好ましくは1.5倍以上にする。

#### 【0088】

また、DCPから支持端側の固定点までの距離を先端側の固定点からDCPまでの距離の1.5倍以上にし、さらに好ましくは1.8倍以上にする。距離の上限はサスペンション・アセンブリの全体寸法や、製造上の条件などで定めてよい。

#### 【0089】

本実施の形態として示したフレキシャ100、200、300それぞれの支配的なループ・バネ構造と補助的なループ・バネ構造がフレキシャ・タングに付与する剛性の割合を有限要素法で計算すると、フレキシャ100ではほぼ70%対30%となり、フレキシャ200ではほぼ60%対40%となり、フレキシャ300ではほぼ90%対10%となった。

#### 【0090】

本発明の好適な範囲としては、2つのループ・バネ構造がフレキシャ・タングに与える剛性のうち補助的なループ・バネ構造が保有する全体の剛性に対する割合（支配率）を40%以下にし、さらに好適には30%以下にし、さらに一層好適には10%以下にするとよい。剛性の支配率を評価する代表特性としてピッチ剛性又はロール剛性のいずれか又は双方を選択することができる。支配率は副アームと主アームの両方で支持している場合の剛性を測定し、つぎにフレキシャ・タングを支持している主アーム又は副アームのいずれか一方のループを切断して剛性を測定して、それぞれの結果を比較することで求めることができる。

#### 【0091】

副アームは剛性への支配率は小さく、適切な3つの剛性を創り出すのに必須の要素ではないが、フレキシャの大量生産を実現する上では必須の構成要素である。副アームには、フレキシャとロード・ビームの組立工程でフレキシャ全体を安定した形状に維持して作業性を向上させる機能がある。副アームを除去してしまうと、主アーム、支持アーム、及びフレキシャ・タングからなる部分は、誘電体層、銅層、及びカバー層だけで支持端側の支持領域に連なることになり、ロード・ビームとの組立が困難だからである。

#### 【0092】

本実施の形態では、主アームと副アームが合流して一体となって支持アームを形成して支持アームがフレキシャ・タングのリーディング・エッジ又はサイド・エッジを支持している。しかし、本発明の思想には、支持アームを構成しないで主アーム及び副アームがそれぞれ独立した状態で対称的にフレキシャ・タングを支持する形態を含む。

#### 【0093】

つぎに、本発明の実施の形態において支持アームがフレキシャ・タングを支持する構造について説明する。図8、図10、図11で説明したフレキシャ・タングはスライダの取り付け位置の中心よりリーディング・エッジ側で支持されている。リーディング・エッジ側とは、フレキシャ・タングのリーディング・エッジ自体とスライダ取り付け位置の中心とリーディング・エッジの間に存在するフレキシャ・タングのサイド・エッジの両方を意味する。



## 【0094】

フレキシャ・タングの支持点をリーディング・エッジ側に設けると、スライダをランプに退避させ（アンロード）、また復帰させる（ロード）ときのロード・アンロードに伴うスライダの上下動に対してフレキシャが適切な挙動を示す。リーディング・エッジはスライダの空気軸受面が空気軸受の粘性気流を最初に受ける側であり、アンロード、すなわちスライダをディスク面からランプに退避させるときは、スライダがロード・ビームの負圧を受けてディスクに接触しないようにする必要がある。

## 【0095】

本実施の形態のようにリーディング・エッジ側でフレキシャ・タングを支持すると、アンロード時にトレイリング・エッジ側に比べてリーディング・エッジ側に持ち上げの力がより強く作用するため、スライダがディスクに接触しにくくなる。また、ロード時、すなわち、スライダを回転している磁気ディスクの表面上に戻すときは、トレイリング・エッジ側から降ろしていくと、スライダが気流から適切に浮力を受けてディスクに接触しないように浮上動作に移行することができる。

## 【0096】

これまで本発明について図面に示した特定の実施の形態をもって説明してきたが、本発明は図面に示したこれらの実施の形態に限定されるものではなく、本発明の効果を奏する限りこれまで知られたいかなる構成であっても使用することができるというまでもないことである。

## 【0097】

## 【発明の効果】

本発明により追従性、耐衝撃性、及びロード・アンロード動作に優れたサスペンション・アセンブリを提供することができた。さらに本発明により、ピール剛性を大きくし、かつピッチ剛性とロール剛性を小さくしたサスペンション・アセンブリを提供することができた。さらに本発明により、これらのサスペンション・アセンブリを用いた回転円板形記憶装置を提供することができた。

## 【図面の簡単な説明】

【図 1】 磁気ディスク装置に使用する従来のサスペンション・アセンブリの概略構成を示す斜視図である。

【図 2】 図 1 に示したフレキシャの平面図である。

【図 3】 図 1 のフレキシャ・タングを側面からみた図である。

【図 4】 本発明の実施の形態に係る磁気ディスク装置の概略構成を示す平面図である。

【図 5】 本発明の実施の形態に係るサスペンション・アセンブリの概略を示す斜視図である。

【図 6】 図 5 で示したサスペンション・アセンブリを上及び下からみた平面図である。

【図 7】 図 5 で示したサスペンション・アセンブリのフレキシャの構成を示す図である。

【図 8】 図 7 (A) で示したフレキシャを拡大した図である。

【図 9】 図 5 で示したサスペンション・アセンブリの一部を側面からみた図である。

【図 1 0】 本発明の実施の形態に係る他のフレキシャを示す図である。

【図 1 1】 本発明の実施の形態に係るさらに他のフレキシャを示す図である。

。

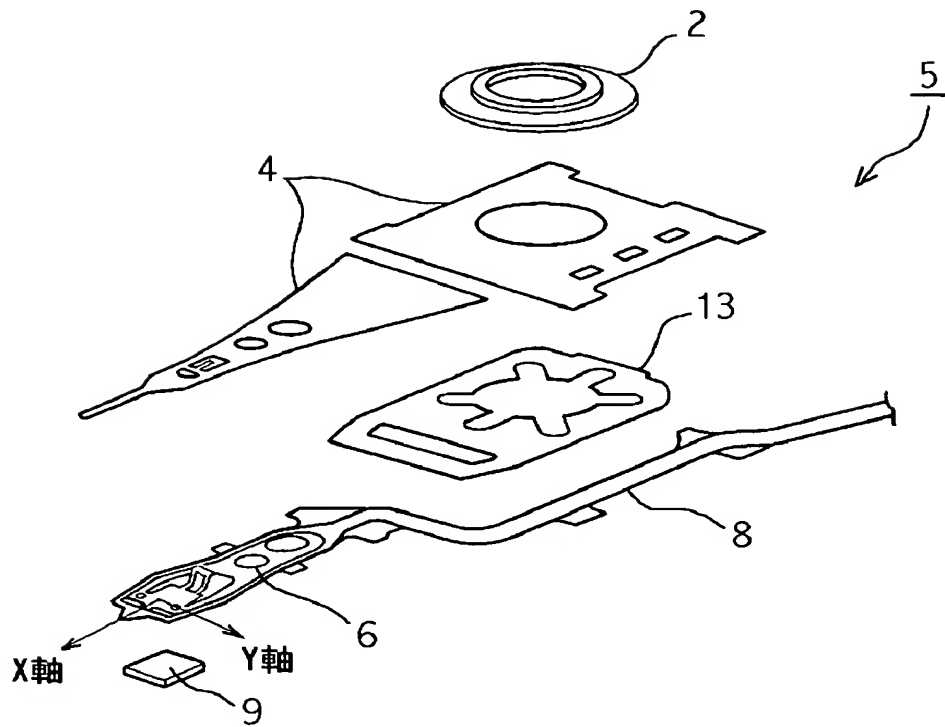
#### 【符号の説明】

- 5 0 磁気ディスク装置
- 5 2 ハウジング
- 5 4 アクチュエータ・サスペンション・アセンブリ
- 5 6 アクチュエータ・アーム
- 5 8 ピボット軸
- 6 0 ボイル・コイル・モータ
- 6 2 サスペンション・アセンブリ
- 6 4 ランプ
- 6 6 磁気ディスク・スタック
- 6 8 スピンドル軸

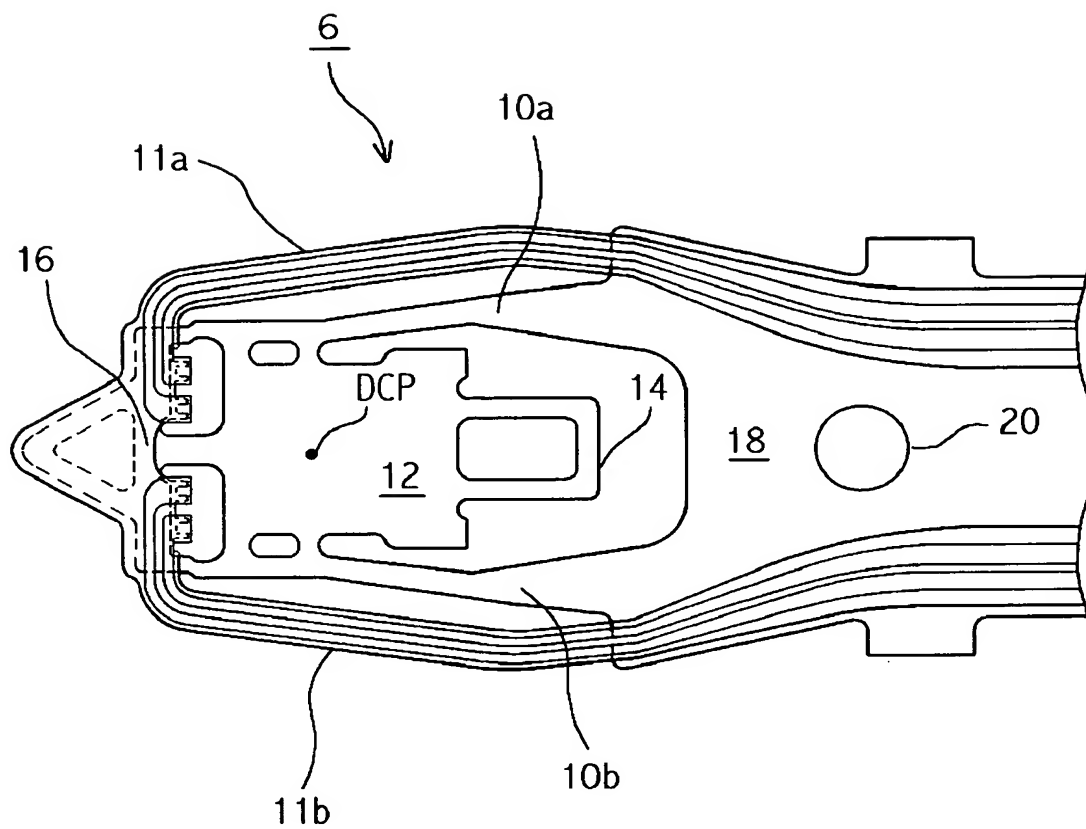
70 タブ  
80 サスペンション・アセンブリ  
82 マウント・プレート  
84 ロード・ビーム  
85 ディンプル  
86 ヒンジ  
92 スエージ・スパッド  
95 金属層  
97 誘電体層  
98 銅層  
99 カバー層  
100、200、300 フレキシャ  
102 a、102 b、202 a、202 b、302 a、302 b 溶接スポット  
(固定点)  
104 a、104 b、204 a、204 b、304 a、304 b 主アーム  
105、205、305 DCP (ディンプル・コンタクト・ポイント)  
106 a、106 b、206 a、206 b、306 a、306 b 副アーム  
108 a、108 b、208 a、208 b、308 a、308 b 支持アーム  
112、212、312 フレキシャ・タンゲ  
114、214、314 プラットフォーム  
118 a、118 b、218 a、218 b、318 a、318 b 配線層  
120、122、220、222、320、322 支持領域  
123、223、323 リーディング・エッジ  
210 a、210 b、310 a、310 b リミッタ

【書類名】 図面

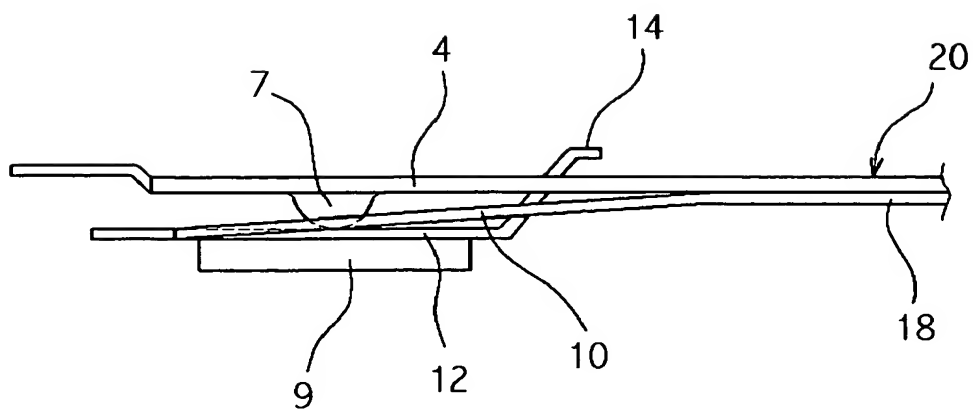
【図 1】



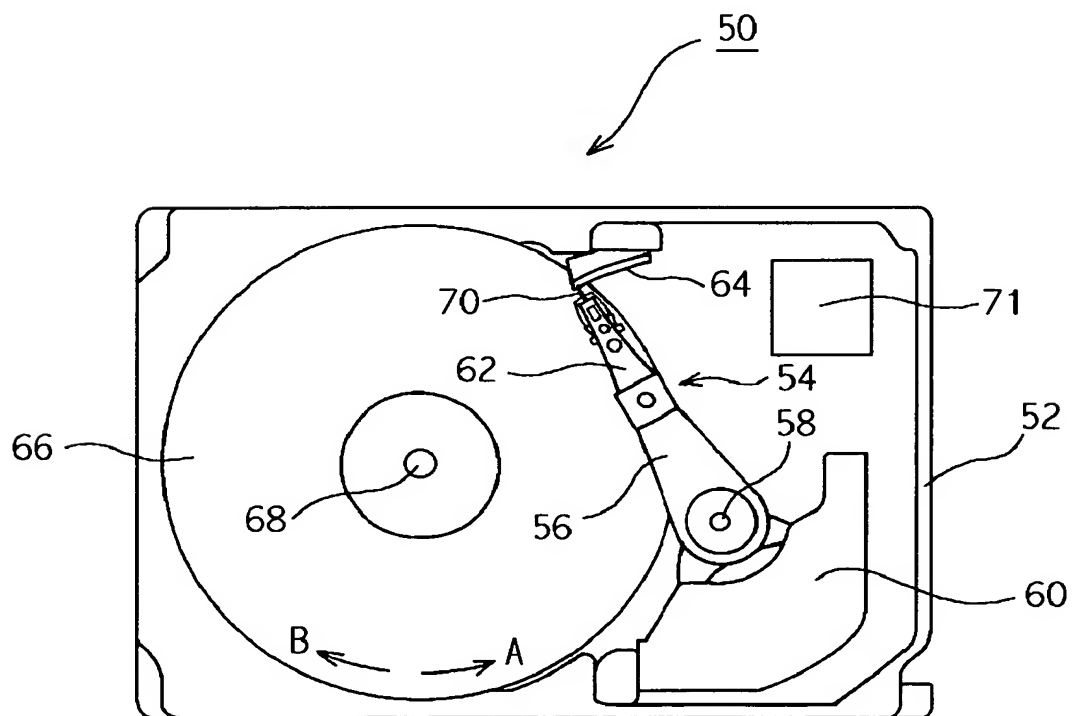
【図 2】



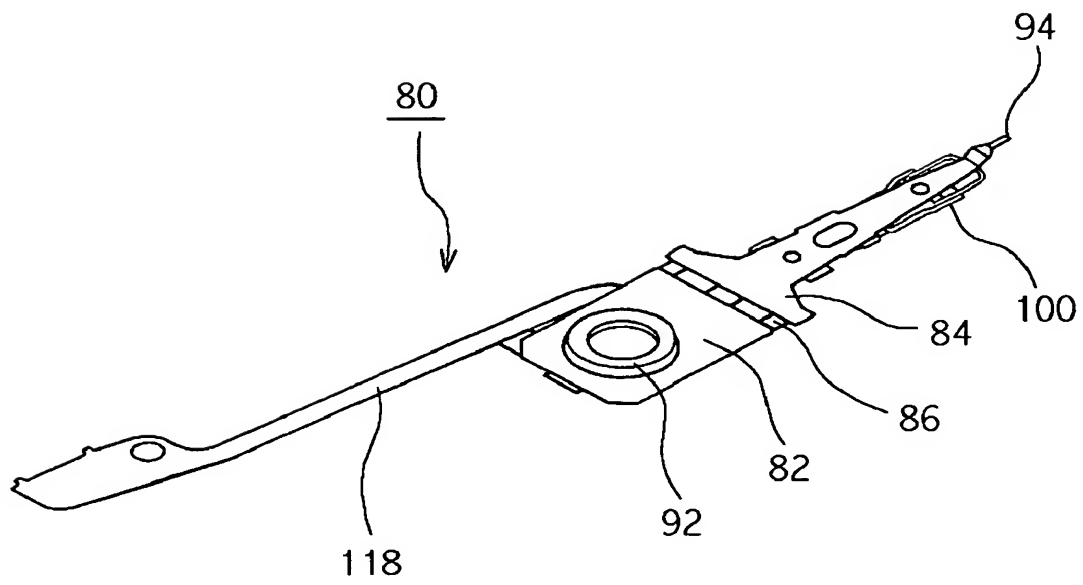
【図 3】



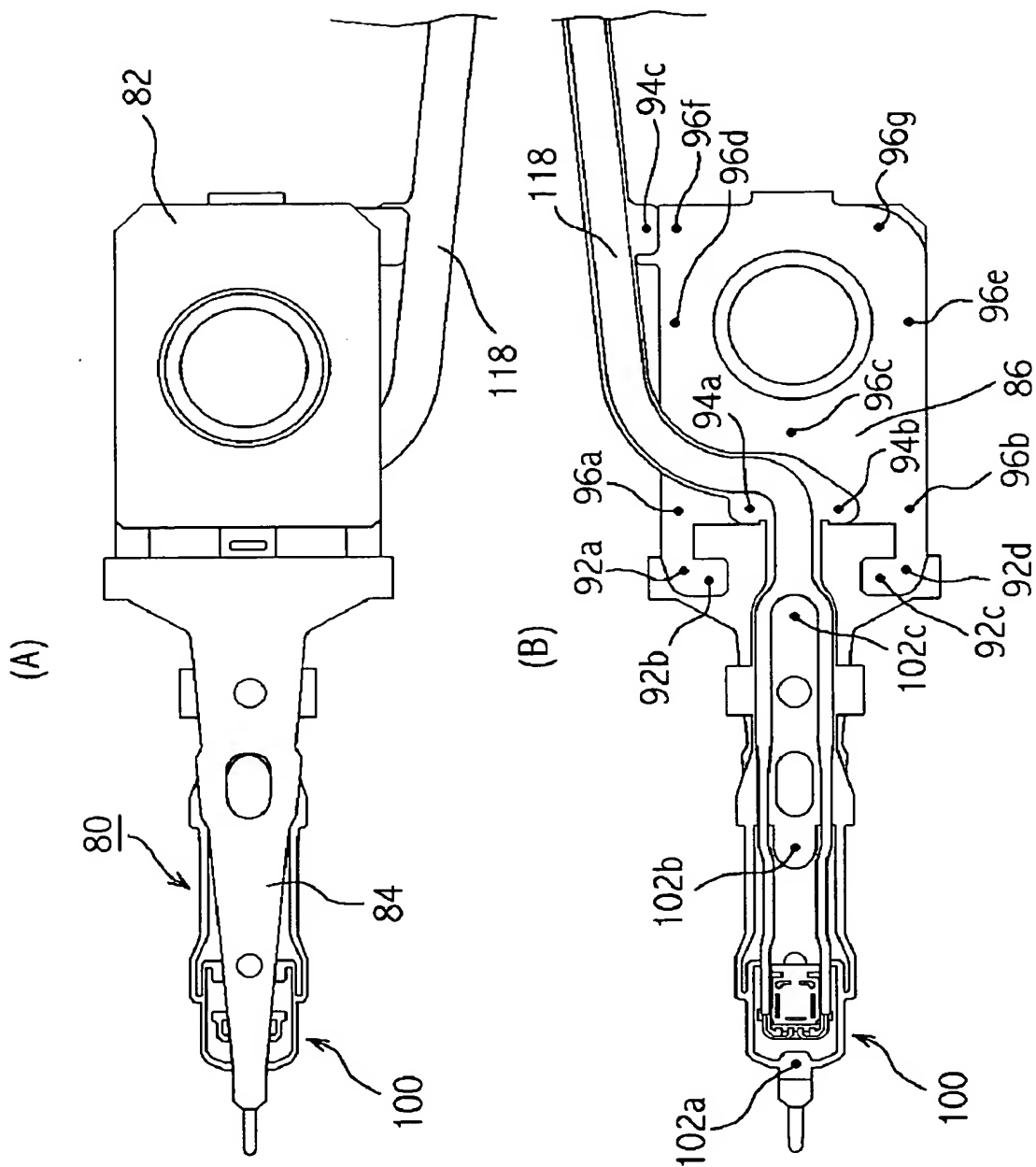
【図 4】



【図 5】

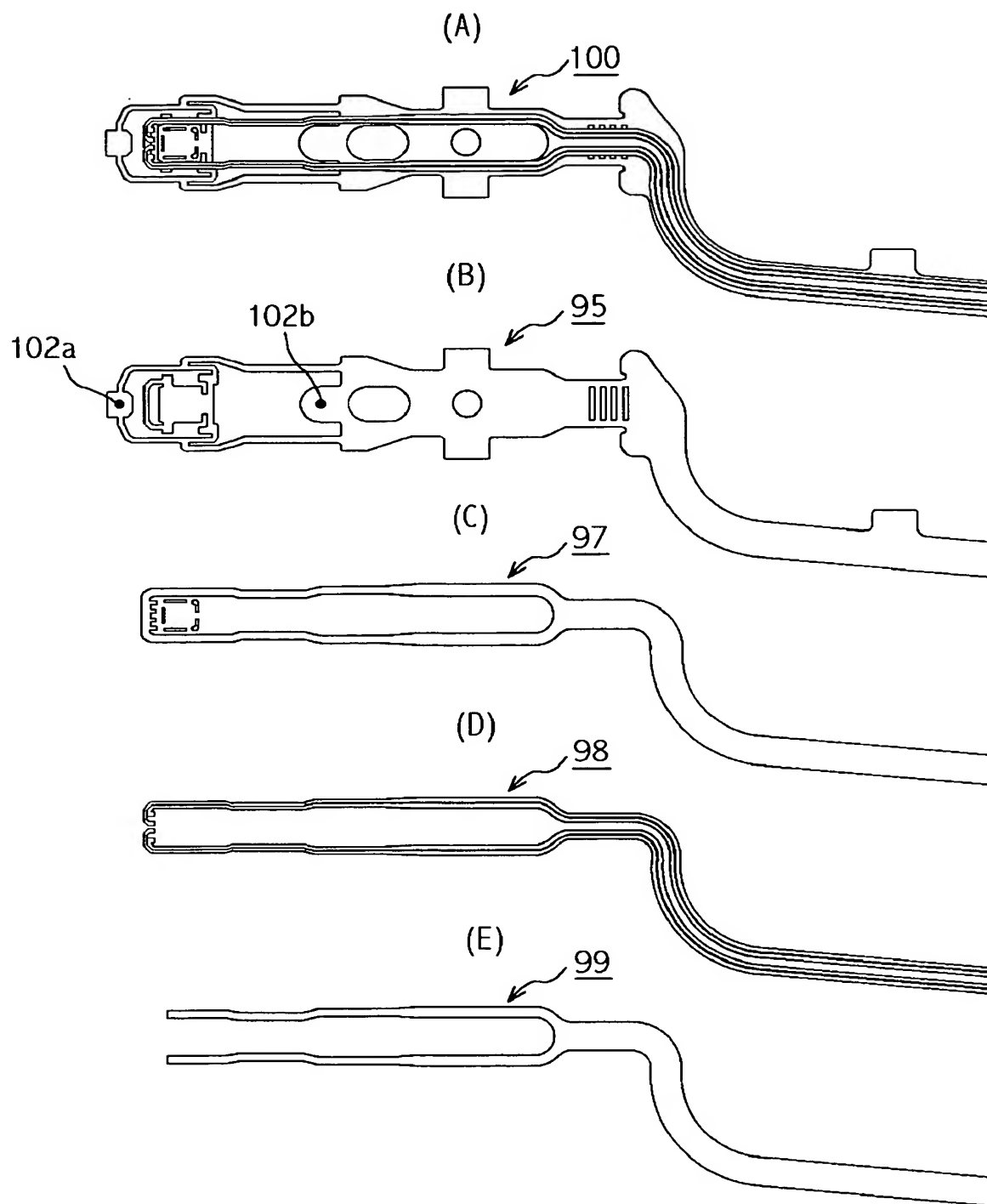


【図 6】

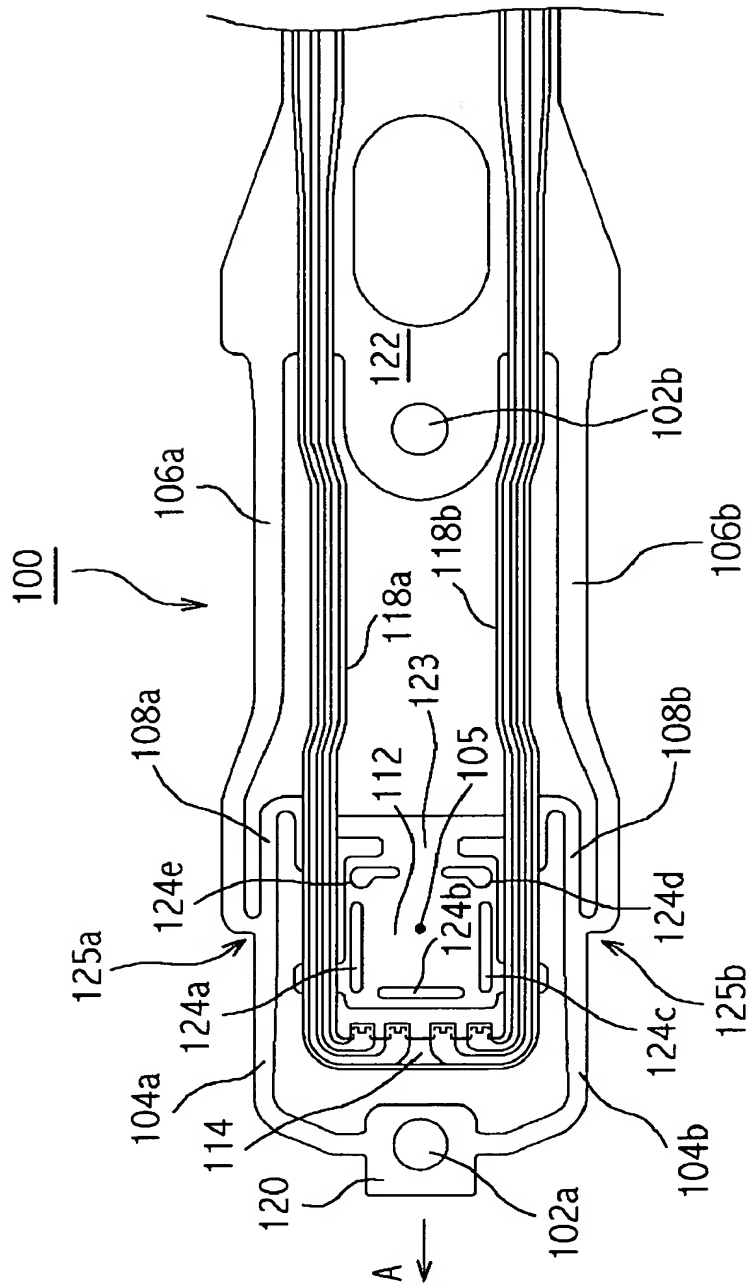




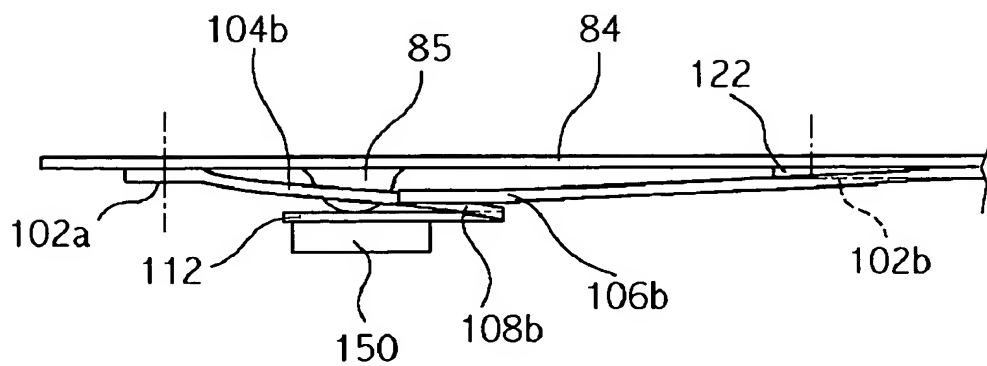
【図 7】



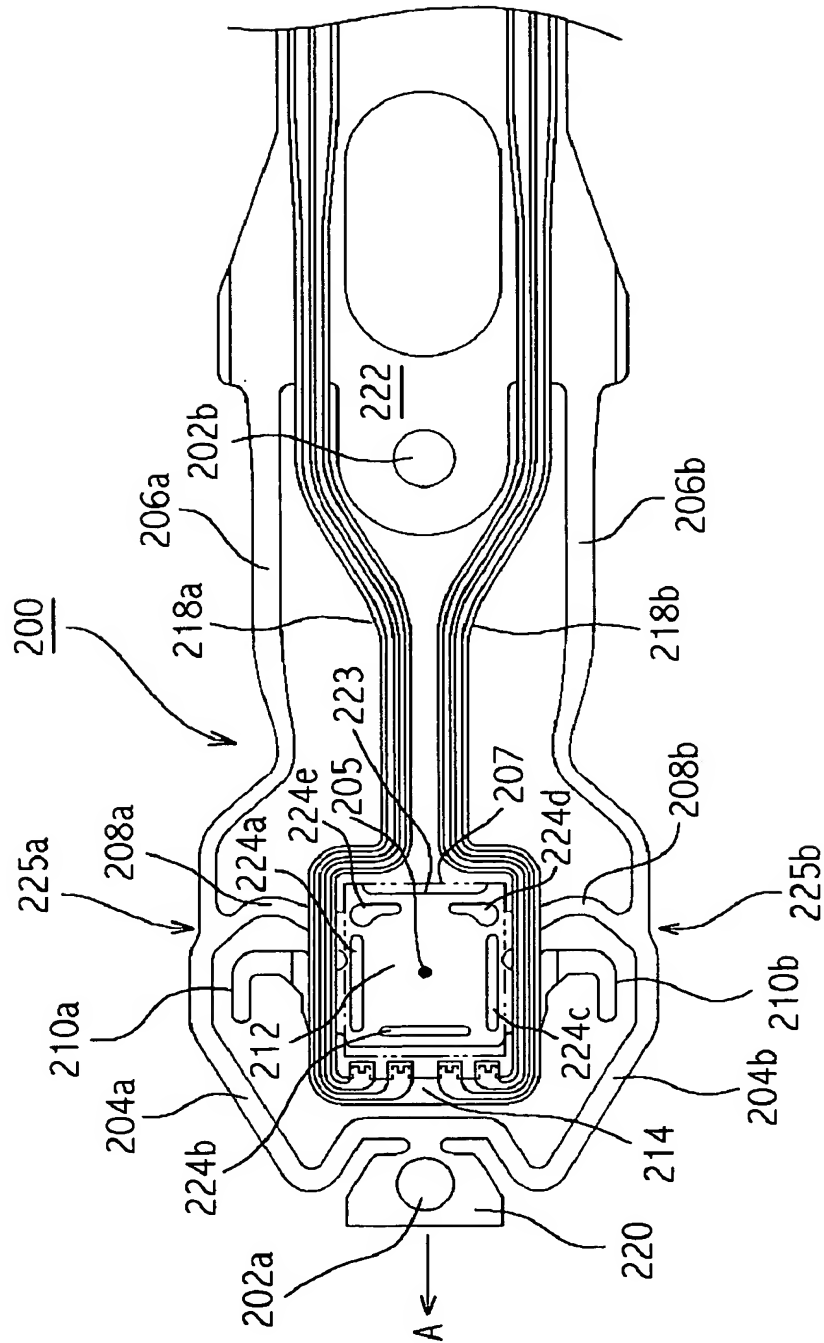
【図 8】



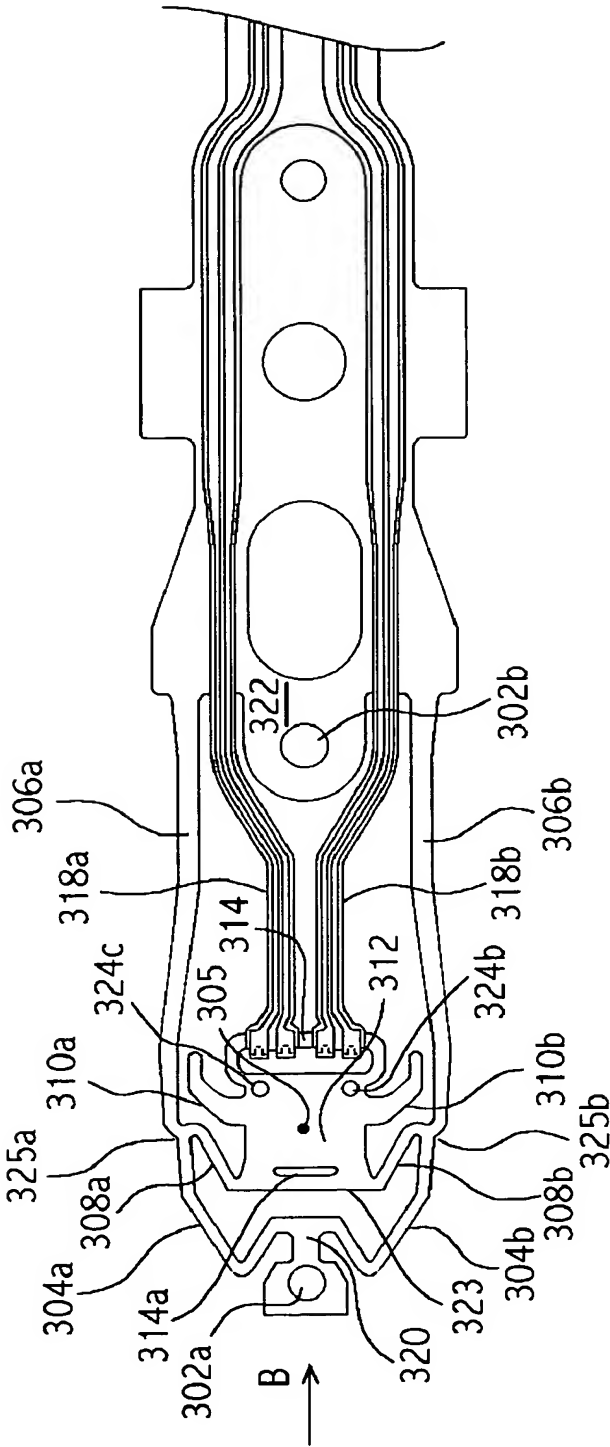
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ピール剛性を大きくし、かつ、ピッチ剛性とロール剛性を小さくしたサスペンション・アセンブリを提供する。

【解決手段】 サスペンション・アセンブリはロード・ビームとフレキシャ 100 で構成される。フレキシャはロード・ビームに対して第1の固定点102 a と第2の固定点102 b で結合され、1対の支持アーム108 a、108 b と帯状の1対の主アーム104 a、104 b とを含む第1のループ・バネ構造を有する。さらに、1対の支持アームと、総経路長が主アームより長い帯状の1対の補助アーム106 a、106 b とを含む第2のループ・バネ構造を有する。さらに、1対のタング・サポートで支持されているフレキシャ・タング112 を有する。主アームからなるループ・バネ構造がフレキシャ・タングに対して支配的に剛性を提供する。

【選択図】 図8

認定・付加情報

|         |                |
|---------|----------------|
| 特許出願の番号 | 特願 2003-118661 |
| 受付番号    | 50300679246    |
| 書類名     | 特許願            |
| 担当官     | 第八担当上席 0097    |
| 作成日     | 平成15年 4月24日    |

<認定情報・付加情報>

|       |             |
|-------|-------------|
| 【提出日】 | 平成15年 4月23日 |
|-------|-------------|

次頁無

【書類名】 手続補正書

【あて先】 特許庁長官 殿

【事件の表示】

【出願番号】 特願2003-118661

【補正をする者】

【識別番号】 503116280

【氏名又は名称】 ヒタチグローバルストレージテクノロジーズネザーランドビービー

【代理人】

【識別番号】 100106699

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡部 弘道

【電話番号】 03-3242-7281



**【手続補正 1】****【補正対象書類名】** 特許願**【補正対象項目名】** 発明者**【補正方法】** 変更**【補正の内容】****【発明者】****【住所又は居所】** 神奈川県小田原市国府津 2880 番地 株式会社日立グローバルストレージテクノロジーズ内**【氏名】** 土田 裕康**【発明者】****【住所又は居所】** 神奈川県小田原市国府津 2880 番地 株式会社日立グローバルストレージテクノロジーズ内**【氏名】** 辻野 等**【発明者】****【住所又は居所】** 神奈川県小田原市国府津 2880 番地 株式会社日立グローバルストレージテクノロジーズ内**【氏名】** 鈴木 浩一**【その他】** 誤記の理由は、3 名の発明者全員について居所を示す番地の記載にあります。**【プルーフの要否】** 要

認定・付加情報

|         |                          |
|---------|--------------------------|
| 特許出願の番号 | 特願 2 0 0 3 - 1 1 8 6 6 1 |
| 受付番号    | 5 0 3 0 0 6 8 4 6 9 9    |
| 書類名     | 手続補正書                    |
| 担当官     | 古田島 千恵子 7 2 8 8          |
| 作成日     | 平成 1 5 年 5 月 7 日         |

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成 15 年 4 月 24 日

次頁無

特願 2 0 0 3 - 1 1 8 6 6 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 5 0 3 1 1 6 2 8 0 ]

1. 変更年月日

2 0 0 3 年 3 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

オランダ国 アムステルダム 1 0 7 6 エイズィ パルナス  
ストーレン ロカテリケード 1

氏 名

ヒタチグローバルストレージテクノロジーズネザーランドビー  
ブイ